

протязі його «життєвого циклу». Це дасть змогу зафіксувати появу характерних дефектів по зміні амплітудно-частотних вібраційних характеристик. Таким чином, маючи базу даних вихідних та поточних вібраційних характеристик з'являється можливість здійснення неруйнівного контролю транспортного засобу за станом його технічних вузлів та систем на протязі експлуатації. Це дозволяє своєчасно виявляти перевищення рівня вібрації та шуму, які діють на людину, та проводити ремонтні роботи, що дозволяє знизити вартість ремонту, подовжити «життєвий цикл» транспортного засобу та забезпечити потрібний рівень його надійності [6].

З цього випливає, що розробка відповідних контрольно-вимірювальних приладів та інформаційних систем вібродіагностики дає змогу вирішити комплексну задачу підвищення рівня БЖД – забезпечити необхідний рівень екологічної обстановки в населених пунктах, знизити затрати на ремонт, подовжити ресурс автотранспорту, підвищити їх надійність, безпеку експлуатації без допоміжних економічних вкладень в допоміжні архітектурно-планувальні заходи.

1.Серіков Я.О., Нестеренко С.В. Пристрій для зниження шуму. Декл. патент на винахід № 59216, Бюл. №8, 2003.

2.Серіков Я.А., Нестеренко С.В., Беляева Т.Н. Автоматизация решения задачи обеспечения акустического комфорта активных объектов коммунального хозяйства на основе программного продукта «ЭКСПЕРТ» // Радиоэлектроника и информатика. – Харьков: ХНУРЭ, 2001. – №3(16). – С.122-125.

3.Ермолов И.Н. Методы и средства неразрушающего контроля – М.: Машиностроение, 1991.

4.Баркова Н.А. Виброакустические методы диагностики СЭУ. – Л.: ИКИ, 1996.

5.Создание экспертных систем в Японии. – М.: Информприбор, 1998.

6.Сериков Я.А., Таланин Д.С. Разработка информационной системы контроля вибрационных характеристик двигателей внутреннего сгорания // 3-я Міжнародна наук.-техн. конф. «Інформаційна техніка та електромеханіка». – Луганськ, 2005. – С.124-128.

*Отримано 01.08.2005*

УДК 658.38.3

**А.В.ШИШКОВ, В.З.ШИШКОВ, канд. техн. наук**

*Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій,  
м.Київ*

### **ДЕЯКІ ПИТАННЯ ФОРМАЛІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ (РИЗИКАМИ) ПРИ ПРОВЕДЕННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

Розглядається оцінка ризиків у виробничій системі з метою формалізації розрахунків ризиків в системах доволіної складності. Це передбачає можливість розвитку систем або включення якихось додаткових елементів без зміни процедури опису. Для досягнення мети використовуються направлені графи, які дозволяють описувати всі компо-

ненти виробничих процесів будь-якої складності. Для проведення математичних операцій використовуються матриці ідентичності, що дозволяє отримати результат, який легко піддається формалізації. Передбачається проведення подальших досліджень з метою опрацювання системи, яка повністю дозволить формалізувати процес визначення ризиків у будь-яких системах.

Розглядаються питання управління охороною праці на підґрунті оцінки ризиків, які можливі при проведенні всіх стадій виробничих процесів.

Запропоновано модель ідентифікації масиву небезпек та формування масиву ризиків на базі опису виробничої системи моделями у вигляді направлених графів. Такий підхід дає можливість формалізувати процеси оцінки ризиків для подальшого прийняття рішень по управлінню охороною праці (ризиками). В роботах, які проводилися раніше бракує системного підходу та формалізації процедури оцінки ризиків [1, 2].

Охорона праці як об'єкт управління – це система діяльності людей, виділена із соціально-економічного середовища взаємновпливаючих елементів, що мають загальні цілі і єдиною системою управління.

Управління охороною праці є частиною загальної задачі по управлінню підприємством і покликане забезпечити системний підхід до оцінки, запобігання або, у тих випадках, де це практично нездійсненно, – до мінімізації ризику.

Поряд з гуманітарною і соціальною важливістю зниження рівня травматизму і професійних захворювань, усе більш і більш на передній план виступає також економічна сторона нещасних випадків.

Після введення в дію з 01.04.01 Закону України «Про загальнообов'язкове державне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» багато керівників підприємств вважають, що охорона праці для них полягає у виплаті встановлених внесків у фонд соціального страхування, тому що компенсаційні виплати і штрафи через нещасні випадки їм не загрожують, і вся робота з забезпечення вимог охорони праці на підприємстві поставлена на формальні рейки, трохи оживаючи від недремного, але, на жаль, не всеосяжного ока наглядових органів, та інколи виникаючих нещасних випадків.

Ілюзія керівників підприємств про недостатню економічну мотивацію проведення повномасштабних робіт з охорони праці базується на відсутності адекватних економіко-математичних моделей ризиків, наслідків нещасних випадків і профзахворювань, як факторів економічних витрат.

Об'єктом управління охорони праці є процеси формування соціа-

льно досяжних безпечних і нешкідливих умов праці, що забезпечують збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Будь-якому реальному виробничому процесові властивий певний ступінь невідповідності. Виникаючі негативні прояви, впливають на нормальний хід виробничих і технологічних процесів, ведуть до порушення внутрішніх взаємозв'язків, взаємодіють з персоналом, що може привести до появи ненормальних і аварійних станів, при яких можливе порушення вимог охорони праці і виникнення станів небезпечних для життя і здоров'я людей.

Для здійснення управління охороною праці необхідно враховувати не тільки виробничі взаємозв'язки, але і соціальні, фізіологічні, психологічні й інші фактори, що впливають. Чим більш повно буде виявлене коло факторів, що впливають на охорону праці, тим різноманітніше і селективніше можна здійснювати керуючі впливи.

Для правильної побудови й ефективного функціонування системи управління охороною праці на підприємстві, необхідно дотримувати наступні найбільш важливі принципи:

- принципи системного підходу;
- принципи єдиного управління;
- принципи зовнішнього доповнення.

Основою створення СУОП є розробка моделі, що відтворює в достатньо формалізованому вигляді найбільш істотні взаємозв'язки в структурі функціонування виробництва.

Неузгодженість між бажаним станом системи (метою) і її дійсним станом і є підставою для прийняття керуючих впливів (рішень) по виникаючих проблемних ситуаціях.

Процес ухвалення рішення містить у собі кілька етапів обумовлених прийнятим деревом цілей, що описують моделями, на базі яких, за заданими критеріями рішення, здійснюється пошук оптимального, в умовах діючих обмежень, рішення.

Ієрархія цілей виходить із загальної глобальної мети, що містить у собі ряд головних цілей і конкретизуючих їх підцілей, вони можуть змінюватися і доповнюватися відповідно до діючої на відповідний відрізок часу нормативно-правової бази охорони праці і припустимих рівнів ризику.

Облік і контроль масиву ризиків, діагностичний аналіз усієї виробничої діяльності, прогнозування розвитку подій, дозволяє оцінити ступінь невідповідності дійсного стану системи необхідному, установити причини і закономірності розбіжностей і відшукати можливі шляхи їх рішення. Рішення (керуючі впливи) можуть носити характер як оперативного управління, покликані забезпечити виконання термі-

нових проблемних ситуацій, так і формування спеціального документа (плану), що містить конкретні рішення (заходи) із указівкою термінів їх реалізації, з наданням необхідних ресурсів і виконавців, що реалізують кожний конкретний пункт плану. Черговість виконання планів залежить від ранжування значимості результатів при їх реалізації в умовах обмежених ресурсів, а також від рівня суспільно-соціальної важливості.

При рішенні задач при управлінні охороною праці (ризиками) варто користуватися чіткою термінологією, що, на жаль не вся стандартизована. Тут і далі в роботі будемо використовувати більш-менш відстояну термінологію з деякими уточненнями:

*Небезпека шкідливого впливу* – будь-яка умова, здатна несприятливо вплинути на здоров'я і самопочуття людини, підданого впливові виробничого середовища.

*Небезпечна зона* – простір, у якому можливий вплив на працюючого небезпечного виробничого фактора.

*Розпізнавання небезпеки* – характеристика місця роботи шляхом вивчення дії НВФ, ШВФ на працівників, які будуть потенційно піддані впливу цих факторів.

*Ризик* – імовірність дії небезпечного або шкідливого впливу на здоров'я працівників.

*Соціально-прийнятний рівень ризику(СПР)* – рівень ризику як оцінка міри людського упередження, який суспільство може прийняти при існуючому на конкретному відрізку часу соціально-економічному стані країни (наприклад зараз у нас СПР можна прийняти рівним  $10^{-5}$ ).

*Сприйманий рівень ризику* – це рівень ризику, який людина відчуває та сприймає, в залежності від фактичних обставин.

Для того щоб здійснювати цілеспрямоване управління ризиками необхідно усвідомити повну картину по джерелах небезпеки (потенційні і реальні), визначити істотні ризики (вище СПР) для різних видів діяльності в різні моменти часу проведення виробничих процесів і інших пов'язаних з цим операцій. Сюди варто включати розгляд ситуацій, що виникають при:

- нормальному ході виробничого процесу, його компонентів;
- роботі з сировиною, переділами та готовою продукцією;
- будівництві, реконструкції, монтажі, демонтажі, проведенні ремонтів, налагодження, періодичному проведенні регламентних робіт і інших разових (епізодичних) робіт, що виконують на підприємстві;
- локалізації і ліквідації аварій, аварійних і ненормальних режимів і ситуацій;

- впливу можливих зовнішніх джерел небезпеки;
- можливе проведення робіт поза площадкою підприємства;
- участь у роботі підприємства сторонніх організацій і людей;
- інших факторів, що можуть впливати на роботу підприємства або його працівників.

Частота проведення оцінки ризиків варіюється в залежності від ситуації. Проводиться початкова оцінка ризиків по розглянутому об'єкту з необхідною декомпозицією по окремих об'єктах (операціях) з урахуванням перетинання зон небезпек і ймовірних зон впливу небезпек на персонал. При цьому варто позначити методи і процедури їх ідентифікації. Результати початкової оцінки варто переглядати:

- періодично – для того, щоб переконатися, що результати початкової оцінки все ще вірні (здійснення моніторингу ризиків з метою оцінки керованості процесами);
- перед внесенням змін у процеси;
- якщо очікуються (або виникли) зміни в законодавстві або методах роботи;
- постійно, якщо це допомагає підтримувати поінформованість про конкретні фактори ризику або для визначення впливу непередбачених обставин.

Можна запропонувати наступну модель (рис.1) послідовності оцінки ризиків.

Для формування масиву суттєвих ризиків (ризиків першого порядку, які суттєво впливають на загальний рівень ризику персоналу) необхідно сформулювати відповідні моделі з метою проведення процедур аналізу. Опис виробничої системи можна зробити за допомогою орієнтованих графів  $G$  [3], де  $E$  – множина його ребер, а  $V$  – множина його вершин. Вершини визначають елементи процесів (наприклад: енергетичні потоки, обладнання, елементи технологічних переділів, небезпеки, персонал тощо), ребра (при наведеному графі їх можна називати дугами) визначають послідовність переходів між вершинами і можуть мати відповідну метрику (наприклад: час реакції на дію, вірогідності переходів, умовний перехід тощо). При описі процесів можлива будь яка деталізація і, навпаки, – згуртування елементів графа.

У зв'язку з кінцевістю процесів, які розглядаються, граф опису має кінцевий характер і може визначатись матрицями інцидентності. Граф  $G_e$  визначає енергетичні зв'язки в комплексі проведення технологічних процесів (їх можна іменувати енергетичними зв'язками  $E$ , які, в свою чергу можуть бути піддані декомпозиції на електричні, теплові, парові, повітряні, тощо). Граф  $G_k$  визначає зв'язки в комплексі ви-

робничого обладнання (їх можна іменувати конструктивними зв'язками К). Граф  $G_t$  визначає зв'язки відповідно технології проведення виробничих процесів (їх можна іменувати технологічними зв'язками Т). Загальна модель енергетичних, конструктивних та технологічних зв'язків може бути надана булевою сумою вхідних графів (направленим ЕТК-графом):

$$G = (V, E) = G_e + G_t + G_k. \quad (1)$$

При кожній вершині  $V_e(e_1, e_2, \dots, e_l, \dots, e_s)$ ,  $V_t(t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_m)$  і  $V_k(k_1, k_2, \dots, k_j, \dots, k_n)$  можна побудувати підграфи, наприклад, небезпек з визначенням їх показників та ін.

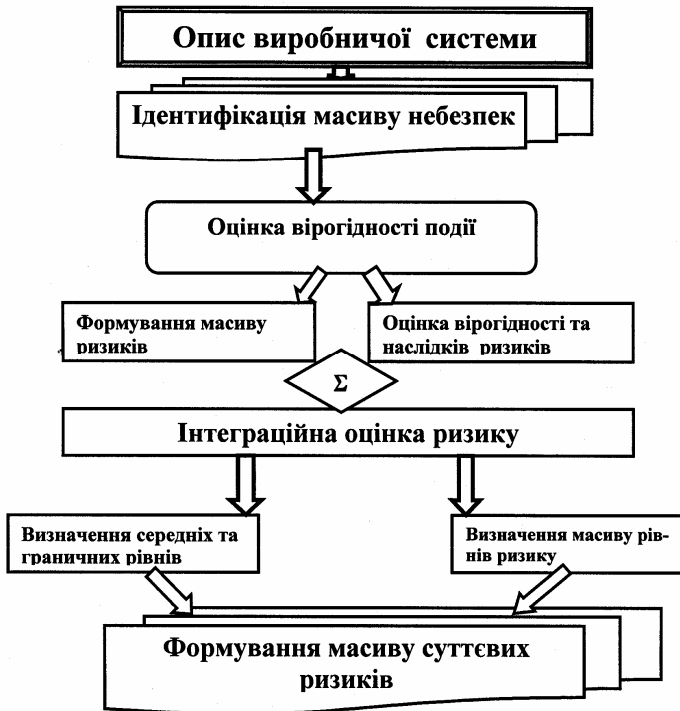


Рис.1 – Послідовність проведення оцінки ризиків

Розглянемо деякий простенький приклад графа  $G_t$  (рис.2). Ми маємо процес, в якому сировина, комплектуючі тощо (1,2,3,4), подається(ються) для послідовного проведення визначених операцій з метою випуску кінцевих (проміжних) продуктів (7,8).

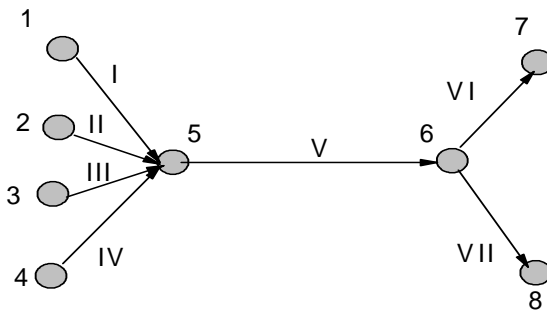


Рис.2 – Граф технологічних зв'язків при проведенні виробничого процесу

Цей граф визначається відповідною матрицею інцидентності (табл.1).

Таблиця 1 – Матриця інцидентності направленого графа фрагменту технологічних зв'язків

	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	-1						
2		-1					
3			-1				
4				-1			
5	1	1	1	1	-1		
6					1	-1	-1
7						1	
8							1

Цей граф також можна задати матрицею суміжності чи списком ребер (найбільш економна форма відображення). Для графа, відображеного на рис.1, матриця має вигляд (табл.2):

Таблиця 2 – Список ребер для графа Gt

1	2	3	4	5	6	7
I-V	II-V	III-V	IV-V	V-VI	VI-VII	V-VIII

Одним з доступних методів (експертний, статистичний, аналітичний, тощо) або їх комбінацією, визначаємо небезпеки, які об'єктивно існують в характерних точках виробничого процесу. Покажемо відображення їх (від I до M) для вершини 1, наприклад на підграфі G<sub>tn1</sub> (рис.3).

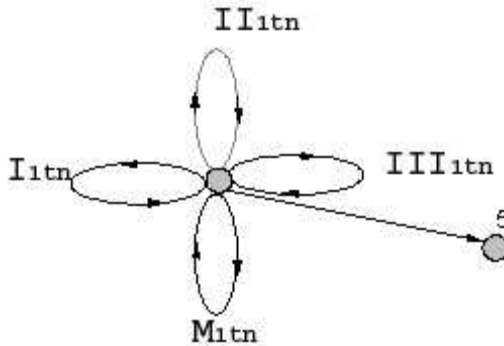


Рис.3 – Підграф (Gtn1) з визначеними по дугах вірогідностями небезпек по вершині 1.

Цей підграф описується відповідною матрицею(табл.3).

Таблиця 3 – Матриця підграфу Gtn по вершині 1

	$I_{1tn}$	$II_{1tn}$	$III_{1tn}$	...	$M_{1tn}$
1	$qI_{1tn}$	$qII_{1tn}$	$qIII_{1tn}$	...	$qM_{1tn}$

Аналогічно можна визначити підграфи небезпек по всіх вершинах. Так само можуть бути відображені підграфи з визначенням вірогідностей знаходження персоналу (Gtp) (рис.4) в зонах небезпек (від I до F) . Цей підграф описується відповідною матрицею (табл.4).

Таблиця 4 – Матриця підграфу Gtp1 по вершині 1

	$I_{1tp}$	$II_{1tp}$	$III_{1tp}$	...	$F_{1tp}$
1	$qI_{1tp}$	$qII_{1tp}$	$qIII_{1tp}$	...	$qF_{1tp}$

Для визначення ризиків для вершини 1 необхідно  $(Gtn1) \bullet (Gtp1)$ , при цьому отримаємо матрицю ризиків по вершині 1 для проведення нормального технологічного процесу –  $(Rt)$ . Для проведення цієї операції одну з матриць необхідно представити як ермітно спряжену для приведення у відповідність їх розмірності, оскільки повинні виконуватись вимоги множення матриць  $Gtn1[gtn1i]$  розміру  $M \bullet k$  та  $Gtp1[gtp1j]$  розміру  $F \bullet k$ . Такі дії можливі, тому що  $(Gtp1) \equiv (Gtp1)'$ , розмірність матриць приймає необхідний вигляд і в наслідок їх перемноження  $(Gtn1) \bullet (Gtp1)'$  отримуємо матрицю ризиків (табл.5) розмірності  $F \bullet M$



для вершини 1.

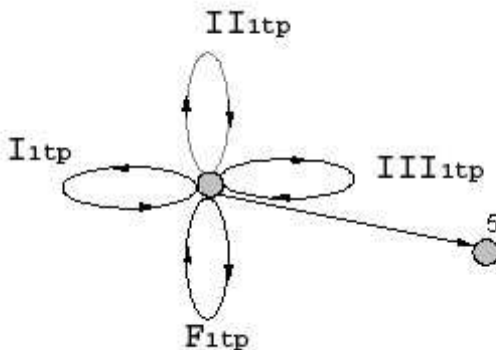


Рис. 4 – Підграф (Gtp1) по вершині 1 графу Gt з визначеними вірогідностями знаходження персоналу

Таблиця 5 – Матриця ризиків для вершини 1

$q_{Itn} * q_{Itp}$	$q_{IItn} * q_{Itp}$	$q_{IIItn} * q_{Itp}$	...	$q_{Mtn} * q_{Itp}$
$q_{Itn} * q_{IItp}$	$q_{IItn} * q_{IItp}$	$q_{IIItn} * q_{IItp}$	...	$q_{Mtn} * q_{IItp}$
$q_{Itn} * q_{IIItp}$	$q_{IItn} * q_{IIItp}$	$q_{IIItn} * q_{IIItp}$	...	$q_{Mtn} * q_{IIItp}$
...	....	...	...	...
$q_{Itn} * q_{Ftp}$	$q_{IItn} * q_{Ftp}$	$q_{IIItn} * q_{Ftp}$	...	$q_{Mtn} * q_{Ftp}$

Аналогічно можна визначити масиви ризиків за всіма елементами, стадіями, етапами та режимами процесів, які відбуваються на підприємстві. Оскільки процедура математично визначена, вона легко піддається формалізації.

Подальший аналіз буде спрямований на формалізацію оцінки отриманих результатів.

1.Карнаух Н., Карнаух М. Новые принципы управления охраной труда в организациях // Охрана труда и социальное страхование. – 2002. – №3. – С.17-21.

2.Исаков В., Родин В., Лукьянов Д. Степень травмоопасности можно вычислить // Охрана труда и социальное страхование. – 2002. – №8. – С.29-31.

3. Дискретная математика для инженера / А.П.Кузнецов, Г.М.Адельсон-Вельский. – М.: Энергия, 1980. – 344 с.

Отримано 01.08.2005